

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①1 DE 3933058 A1

⑤1 Int. Cl. 5:  
B62 K 21/00

②1 Aktenzeichen: P 39 33 058.3  
②2 Anmeldetag: 4. 10. 89  
④3 Offenlegungstag: 11. 4. 91

DE 3933058 A1

⑦1 Anmelder:

Breuer, Bert, Prof. Dr.-Ing., 6104 Seeheim, DE;  
Weidele, Alois, Dipl.-Ing., 6741 Esslingen, DE

⑦4 Vertreter:

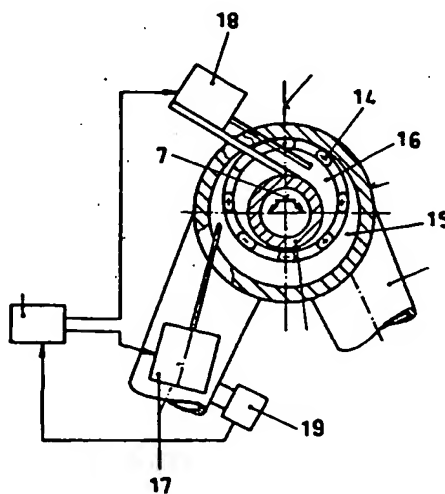
Katscher, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 6100 Darmstadt

⑦2 Erfinder:

Weidele, Alois, Dipl.-Ing., 6741 Esslingen, DE

⑤4 Motorradlenkung

Im Lenkkopf eines Motorrads ist das obere Lenkkopflager (14) mit einem exzentrischen Lageraußenring (15) und einem exzentrischen Lagerinnenring (16) versehen, deren Exzentrizität gleich groß und entgegengesetzt ist. Die Lagerringe (15, 16) sind jeweils mit einem gesonderten Verstellantrieb (17, 18) verbunden und können in Abhängigkeit von einem Seitenneigungsgeber (19) so verstellt werden, daß die Lenkachse (7) seitlich verschwenkt wird. Im Bereich der Fahrbahnebene wird die Lenkachse (7) so weit seitlich verschwenkt, wie es der seitlichen Verlagerung des Reifenauflandpunktes bei der Seitenneigung des Motorrads entspricht. Dadurch treten auch bei einem Bremsvorgang bei seitlich geneigtem Motorrad keine Bremslenkmomente auf.



DE 3933058 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Motorradlenkung, bei der das Vorderrad in einer Lenklagerung um eine Lenkachse gegenüber dem Motorradrahmen schwenkbar ist.

Die bei Kurvenfahrt erforderliche Seitenneigung des Motorrads führt dazu, daß sich die Aufstandspunkte der Reifen auf der Fahrbahn gegenüber der Symmetrieebene des Motorrads zur Kurveninnenseite hin verlagern. Die beim Bremsvorgang am Vorderrad im Reifenaufstandspunkt angreifenden, in Fahrzeuginnenrichtung verlaufenden Bremskräfte wirken daher mit einem Hebelarm auf die Lenkachse, der dieser seitlichen Verlagerung des Aufstandspunktes entspricht. Das hierdurch um die Lenkachse wirkende Drehmoment, das als Bremslenkmoment bezeichnet werden kann, versucht den Lenkausschlag zur Kurveninnenseite hin zu vergrößern. Der Fahrer muß am Lenker ein diesem Bremslenkmoment entgegengerichtetes Lenkmoment aufbringen. Wenn dies nicht oder nicht ausreichend gelingt, beispielsweise weil das Bremslenkmoment zu hoch ist oder unerwartet auftritt, wird der Lenkeinschlag zur Kurveninnenseite hin vergrößert und es ergibt sich als Folge der dabei anwachsenden Fliehkraft ein das Motorrad aufrichtendes Rollmoment, das dazu führen kann, daß das Motorrad bei sich vermindender Seitenneigung tangential aus der Kurve getragen wird.

Insbesondere bei Antiblockiersystemen, bei denen die Bremskräfte pulsierend auftreten, wirkt sich das dann ebenfalls pulsierend auftretende Bremslenkmoment als besonders schwer beherrschbar und daher gefährlich aus.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Motorradlenkung der eingangs genannten Gattung so auszugestalten, daß bei einem Bremsvorgang in der Kurve, d. h. bei einer Seitenneigung des Motorrads, kein die Lenkung nachteilig beeinflussendes Bremslenkmoment auftritt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mindestens ein Teil der Lenklagerung in der Weise verstellbar ist, daß die Lenkachse seitlich verschwenkbar ist, und daß das verstellbare Teil mit einem Verstellantrieb verbunden ist, der von einem die Seitenneigung des Motorrads erfassenden Seitenneigungsgeber so gesteuert wird, daß die seitliche Auslenkung der Lenkachse in der Fahrbahnebene mindestens angenähert gleich der bei der jeweiligen Seitenneigung eintretenden seitlichen Verlagerung des Reifenaufstandspunktes gegenüber der Symmetrieebene des Motorrades ist. Die erfindungsgemäße Motorradlenkung ist insbesondere bei der Ausführung mit einem Lenkkopf anwendbar, in dessen Lenkkopflagerung ein mit einer Vorderradgabel verbundenes Lenkkopffinnenrohr um die Lenkachse drehbar gelagert ist. Darüber hinaus ist die Erfindung jedoch auch bei anderen Lenkungsbauarten anwendbar, beispielsweise bei Achsschenkellenkungen.

Weil das eingangs beschriebene Bremslenkmoment das Produkt aus der im Reifenaufstandspunkt angreifenden Bremskraft und dem Abstand des Reifenaufstandspunktes von der Lenkachse als wirksamen Hebelarm ist, wird erfindungsgemäß bei einer Seitenneigung des Motorrades die Lenkachse seitlich so verlagert, vorzugsweise geschwenkt, daß sie durch den sich bei der Seitenneigung jeweils ergebenden Reifenaufstandspunkt verläuft. Der Hebelarm, mit dem die Bremskräfte gegenüber der Lenkachse wirken, wird damit zu Null, so daß kein Bremslenkmoment auftritt.

Diese seitliche Auslenkung der Lenkachse kann im Rahmen der Erfindung in unterschiedlicher Weise erfol-

gen. Ausgehend von einem Lenkkopf, bei dem die Lenkkopflagerung für ein Lenkkopffinnenrohr zwei im Abstand übereinander angeordnete Lenkkopflager mit jeweils einem Lageraußenring und einem relativ dazu verdrehbaren Lagerinnenring aufweist, ist gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des Erfindungsgedankens vorgesehen, daß bei einem der beiden Lenkkopflager der Lagerinnenring und der Lageraußenring mit gleich großer, entgegengesetzter Exzentrizität ausgeführt sind und daß zwei gesonderte Verstellantriebe den Lageraußenring und den Lagerinnenring synchron und im gleichen Drehsinn verstellen.

Durch den synchronen, gleichsinnigen Antrieb der beiden exzentrischen Lagerringe, die zwischen sich das eine der beiden Lenkkopflager aufnehmen, wird erreicht, daß das Lenkkopffinnenrohr seine Lage gegenüber dem Lenkkopf und damit dem Rahmen des Motorrades beibehält, so daß auch die Fahrwerksgeometrie unverändert bleibt. Dies ist zur Erhaltung der Fahrstabilität wichtig. Relativ hierzu wird nur die Lage des einen Lenkkopflagers verstellt, so daß die Lenkachse seitlich verschwenkt wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert, die in der Zeichnung dargestellt sind. Es zeigt

Fig. 1 in vereinfachter Darstellungsweise mit Blickrichtung in Fahrzeuginnenrichtung die Lage des Reifenaufstandspunktes bei Seitenneigung,

Fig. 2 einen Lenkkopf eines Motorrads mit einem Schnitt in der Ebene der Achse des Lenkkopfes und mit einer Darstellung der Reifenaufstandspunkte des zugehörigen Vorderrades,

Fig. 3 einen Schnitt längs der Linie III-III in Fig. 2 in der Ausgangsstellung ohne Seitenneigung,

Fig. 4 einen Schnitt ähnlich der Fig. 3 bei seitlicher Verschwenkung der Lenkachse und

Fig. 5 in schematischer Darstellungsweise ein Motorrad mit einer anderen Ausführung des Lenkkopfes.

In Fig. 1 ist die Stellung des Reifens 1 eines Vorderrades eines Motorrads gegenüber der Fahrbahnebene 2 bei Schrägstellung gezeigt. Während der Reifen bei aufrechter Stellung des Motorrads ohne Seitenneigung die Fahrbahn 2 in einem in der Symmetrieebene 3 des Motorrads liegenden Reifenaufstandspunkt 4 berühren würde, ergibt sich bei der gezeigten Seitenneigung bei Kurvenfahrt ein Reifenaufstandspunkt 5. Wenn — wie bei herkömmlichen Motorrädern — die Lenkachse in der Symmetrieebene 3 des Motorrads liegt, bildet der seitliche Abstand des Reifenaufstandspunktes 5 gegenüber der Symmetrieebene 3 einen Hebelarm 6, mit dem die am Reifenaufstandspunkt 5 auftretenden, längsgerichteten Kräfte, insbesondere Bremskräfte, um die Lenkachse wirken.

Gemäß der Erfindung wird die Lenkachse 7 seitlich so verschwenkt, daß sie nicht mehr in der Symmetrieebene 3 liegt, sondern im Bereich der Fahrbahnebene seitlich ebensoweit verlagert ist wie der Reifenaufstandspunkt 5.

Obwohl diese Lenkachse 7 in Fig. 1 scheinbar durch den Reifenaufstandspunkt 5 verläuft, ist festzustellen, daß die Lenkachse 7 infolge des notwendigen Nachlaufs des Vorderrades tatsächlich vor dem Reifenaufstandspunkt 5 verläuft. Für die Verhinderung eines Bremslenkmoments ist es aber allein entscheidend, daß der seitliche Abstand des sich bei Seitenneigung einstellen-

den Reifenaufstandspunktes 5 und des Durchstoßpunktes der Lenkachse 7 durch die Fahrbahnebene 2 gegenüber der Symmetrieebene 3 gleich groß ist. Dann erzeugen die im Reifenaufstandspunkt 5 angreifenden Bremskräfte kein Bremslenkmoment um die Lenkachse 7.

Die beschriebene seitliche Verschwenkung der Lenkachse 7 wird bei dem in den Fig. 2 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispiel wie folgt erreicht.

In einem Lenkkopffaußenrohr 8, das mit einem Rahmen 9 des Motorrads starr verbunden ist, ist ein Lenkkopfinnenrohr 10 um die Lenkachse 7 drehbar gelagert. Das Lenkkopfinnenrohr 10 ist mit einer oberen Gabelbrücke 11 und einer unteren Gabelbrücke 12 verbunden, die wiederum mit der (in Fig. 2 nur angedeuteten) Vorderradgabel verbunden sind.

Die Lenkkopflagerung für das Lenkkopfinnenrohr 10 besteht aus einem unteren Lenkkopflager 13 und einem oberen Lenkkopflager 14, die beide als Pendelrollenlager ausgeführt sind.

Das obere Lenkkopflager 14 weist — wie in den Fig. 3 und 4 dargestellt — einen Lageraußenring 15 und einen Lagerinnenring 16 auf, die mit gleich großer Exzentrizität ausgeführt sind. In der in Fig. 3 gezeigten Ausgangsstellung für Fahren ohne Seitenneigung sind die Exzentrizitäten des Lageraußenrings 15 und des Lagerinnenrings 16 entgegengesetzt. Man erkennt, daß das Lenkkopfinnenrohr 10 konzentrisch im Lenkkopffaußenrohr 8 angeordnet ist. Die Lage der Lenkachse 7 wird jedoch durch die Verbindung der Zentren der Lenkkopflager 13 und 14 bestimmt; die Lenkachse 7 verläuft somit exzentrisch zum Lenkkopffaußenrohr 8 und zum Lenkkopfinnenrohr 10, liegt jedoch in der in Fig. 3 gezeigten Stellung in der Symmetrieebene 3.

Mittels eines am Rahmen 9 und somit am Lenkkopffaußenrohr 8 abgestützten Verstellantriebs 17, der am Lageraußenring 15 angreift, kann der Lageraußenring 15 gegenüber dem Lenkkopffaußenrohr 8 verdreht werden. Mittels eines am Lenkkopfinnenrohr 10 abgestützten Verstellantriebs 18 kann der Lagerinnenring 16 gegenüber dem Lenkkopfinnenrohr 10 verdreht werden. Die beiden Verstellantriebe 17, 18 weisen beispielsweise Gewindespindeln mit antreibbaren Spindelmutter auf.

Ein mit dem Rahmen 9 verbundener Seitenneigungsgeber 19 (Fig. 3), der beispielsweise eine kreiselstabilisierte Plattform und einen Neigungssensor aufweist, gibt ein der jeweiligen Seitenneigung des Motorrads entsprechendes Signal an eine Steuereinrichtung 20. Die Steuereinrichtung 20 steuert die beiden Verstellantriebe 17 und 18 in Abhängigkeit von diesem Signal so, daß die beiden exzentrischen Lagerringe 15 und 16 synchron, d. h. um jeweils gleiche Drehwinkel und im gleichen Drehsinn verstellt werden.

Fig. 4 zeigt eine Stellung, bei der die Lagerringe 15 und 16 gegenüber ihrer in Fig. 3 gezeigten Ausgangsstellung um 90° entgegen dem Uhrzeigersinn verdreht wurden. Die Lenkachse 7 hat sich dadurch im Bereich des oberen Lenkkopflagers 14 um einen der Exzentrizität der Lagerringe 15 und 16 entsprechenden Betrag nach links verlagert und die mit 7' bezeichnete Stellung eingenommen. Diese Stellung entspricht der größtmöglichen seitlichen Verschwenkung der Lenkachse 7 bei Seitenneigung des Motorrads nach rechts, d. h. bei Fahrt mit großer Schräglage durch eine Rechtskurve.

Aus dem Vergleich der Fig. 3 und 4 erkennt man, daß das Lenkkopfinnenrohr 10 seine konzentrische Stellung innerhalb des Lenkkopffaußenrohres 8 beibehält, sofern kein Lenkeinschlag erfolgt. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß der Lenkeinschlag bei Kurvenfahrt ver-

hältnismäßig gering ist; die wesentliche Lenkwirkung wird durch die Seitenneigung des Motorrads erreicht.

Wie man aus dem Vergleich der Fig. 3 und 4 erkennt, geht mit der seitlichen Verschwenkung der Lenkachse 7 zugleich eine Verlagerung der Lenkachse 7 nach hinten einher, weil sich die Lenkachse 7 im Bereich des oberen Lenkkopflagers 14 auf dem in Fig. 3 mit Pfeilen bezeichneten Kreisbogen verlagert. Diese zusätzliche Verschwenkung der Lenkachse 7 bewirkt, daß sich der Nachlauf des Vorderrads bei einer Verstellung verringert. Dieser Effekt ist erwünscht und vorteilhaft, weil durch den größeren Nachlauf bei Geradeausfahrt die Fahrstabilität erhöht wird, während er sich bei der beschriebenen Verstellung bei Kurvenfahrt verringert und somit den Lenkvorgang erleichtert und die Handlichkeit des Fahrzeugs verbessert. Darüber hinaus können durch Verschwenkung eines Lagerrings (15 bzw. 16) oder beider Lagerringe 15 und 16 des oberen Lenkkopflagers 14 um 180° der Vorderradnachlauf und/oder der Lenkkopfwinkel verändert werden; dies kann z. B. bei Gespannbetrieb vorteilhaft sein.

Eine demgegenüber abgewandelte Ausführungsform ist in Fig. 5 schematisch dargestellt. Hierbei ist das Lenkkopflagerung aufnehmende Lenkkopffaußenrohr 8, in dem das Lenkkopfinnenrohr um die Lenkachse 7 verdrehbar gelagert ist, so am Rahmen 9 des Motorrads gelagert, daß es um eine in der Symmetrieebene des Motorrads liegende Schwenkachse 21 seitlich verschwenkt werden kann. Diese Schwenkbewegung wird von einem am Rahmen 9 angebrachten, mit dem Lenkkopffaußenrohr 8 verbundenen Verstellantrieb 22 bewirkt, der in der schon beschriebenen Weise von einer Steuereinrichtung 20 in Abhängigkeit von den Signalen eines Seitenneigungsgebers 19 gesteuert wird.

Durch die in Abhängigkeit von der Seitenneigung ausgeführte Verschwenkung der Lenkachse 7 wird auch hierbei erreicht, daß kein Bremslenkmoment auftritt.

#### Patentansprüche

1. Motorradlenkung, bei der das Vorderrad in einer Lenklagerung um eine Lenkachse gegenüber dem Motorradrahmen schwenkbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil (15, 16; 8) der Lenklagerung in der Weise verstellbar ist, daß die Lenkachse (7) seitlich verschwenkbar ist, und daß das verstellbare Teil (15, 16; 8) mit einem Verstellantrieb (17, 18; 22) verbunden ist, der von einem die Seitenneigung des Motorrads erfassenden Seitenneigungsgeber (20) so gesteuert wird, daß die seitliche Auslenkung der Lenkachse (7) in der Fahrbahnebene mindestens angenähert gleich der bei der jeweiligen Seitenneigung eintretenden seitlichen Verlagerung des Reifenaufstandspunktes (5) gegenüber der Symmetrieebene (3) des Motorrads ist.

2. Motorradlenkung nach Anspruch 1, bei dem in einem Lenkkopf die Lenkkopflagerung für ein Lenkkopfinnenrohr zwei im Abstand übereinander angeordnete Lenkkopflager mit jeweils einem Lageraußenring und einem relativ dazu verdrehbaren Lagerinnenring aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem der beiden Lenkkopflager (14) der Lagerinnenring (16) und der Lageraußenring (15) mit gleich großer, entgegengesetzter Exzentrizität ausgeführt sind und daß zwei gesonderte Verstellantriebe (17, 18) den Lageraußenring (15) und den Lagerinnenring (16) synchron und im gleichen

Dreh Sinn verstellen.

3. Motorradlenkung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstellantrieb (17) für den Lageraußenring (15) am Lenkkopfaußenrohr (8) abgestützt ist und an dem darin verdrehbar gelagerten Lageraußenring (15) angreift, und daß der Verstellantrieb (18) für den Lagerinnenring (16) am Lenkkopfinnenrohr (10) abgestützt ist und an dem darauf verdrehbar gelagerten Lagerinnenring (16) angreift.

4. Motorradlenkung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lenkkopflagerung in einem Lenkkopfaußenrohr (8) angeordnet ist, das am Rahmen (9) des Motorrads seitlich schwenkbar gelagert ist und mit dem Verstellantrieb (22) in Verbindung steht.

5. Motorradlenkung nach Anspruch 1 als Achsschenkellenkung mit einer Achsschenkelagerung, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil der Achsschenkelagerung in der Weise verstellbar ist, daß die Lenkachse seitlich verschwenkbar ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

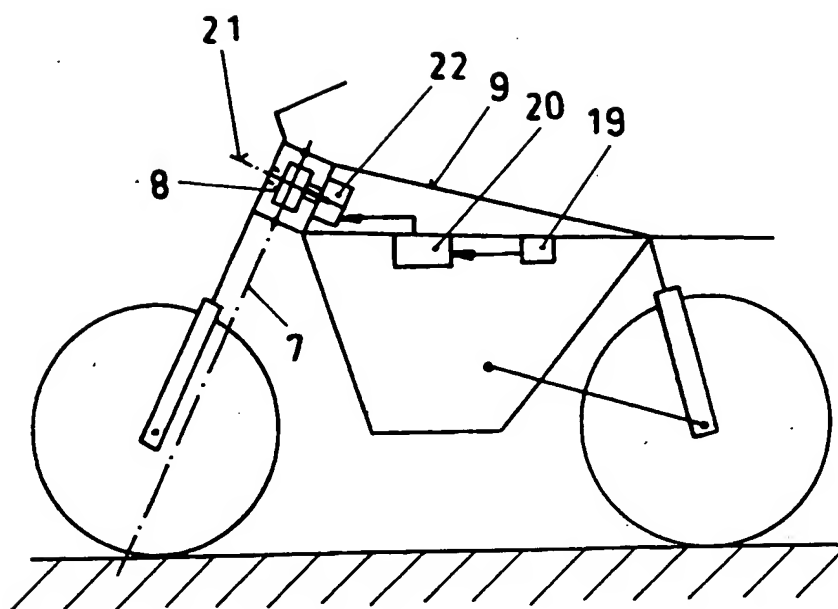
50

55

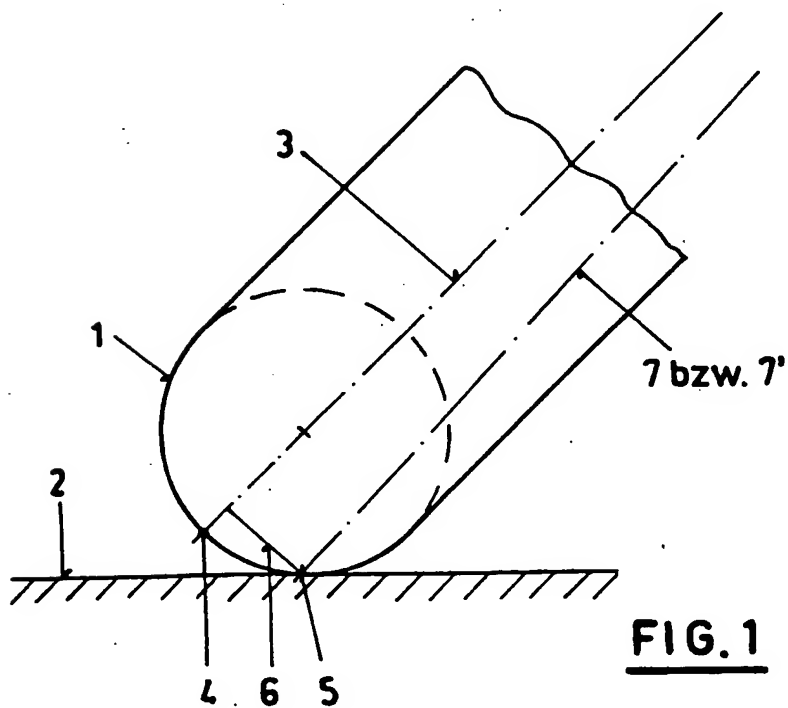
60

65

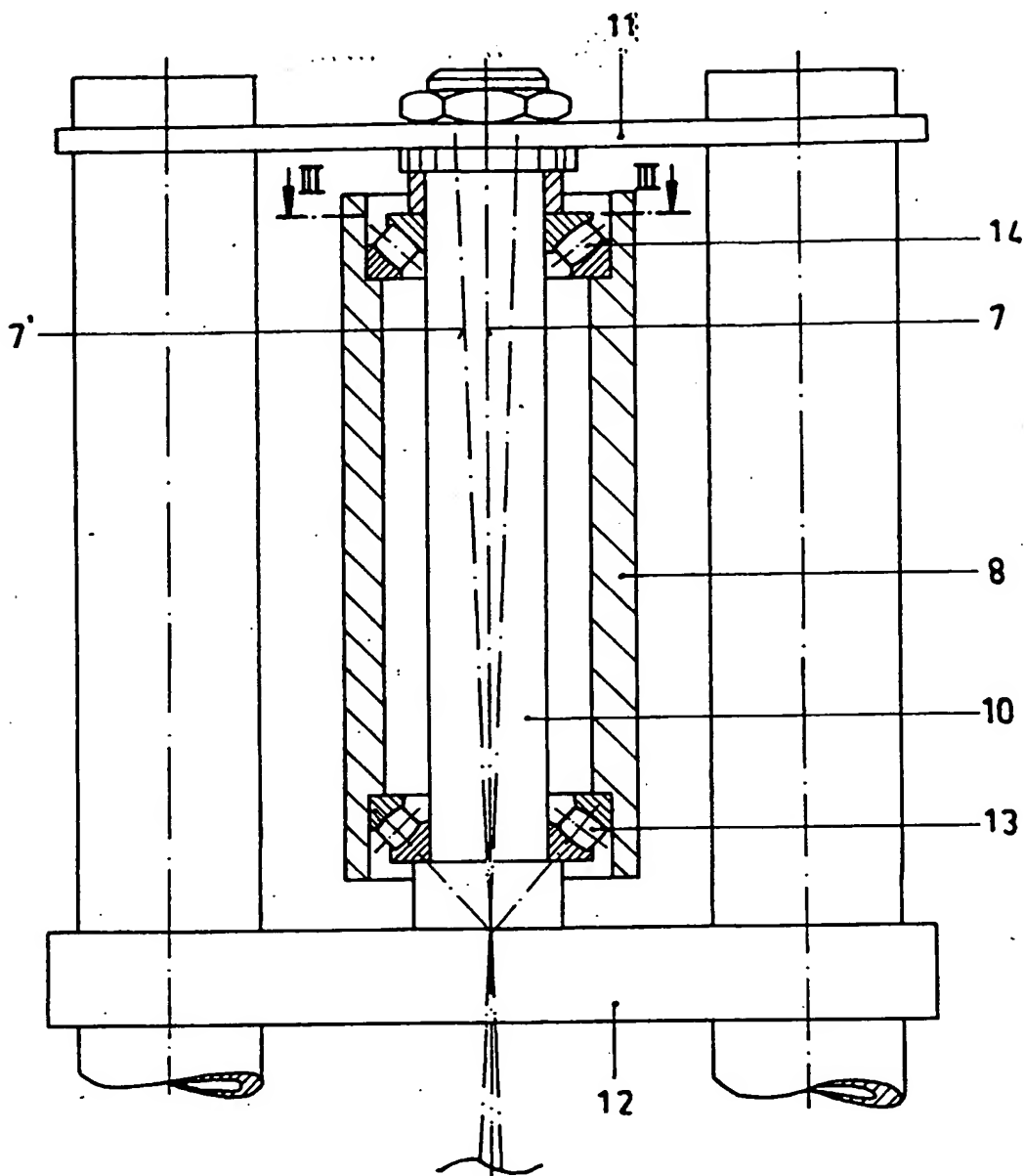
– Leerseite –



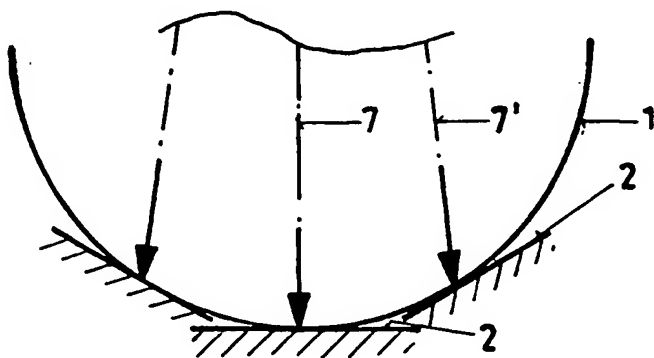
**FIG. 5**

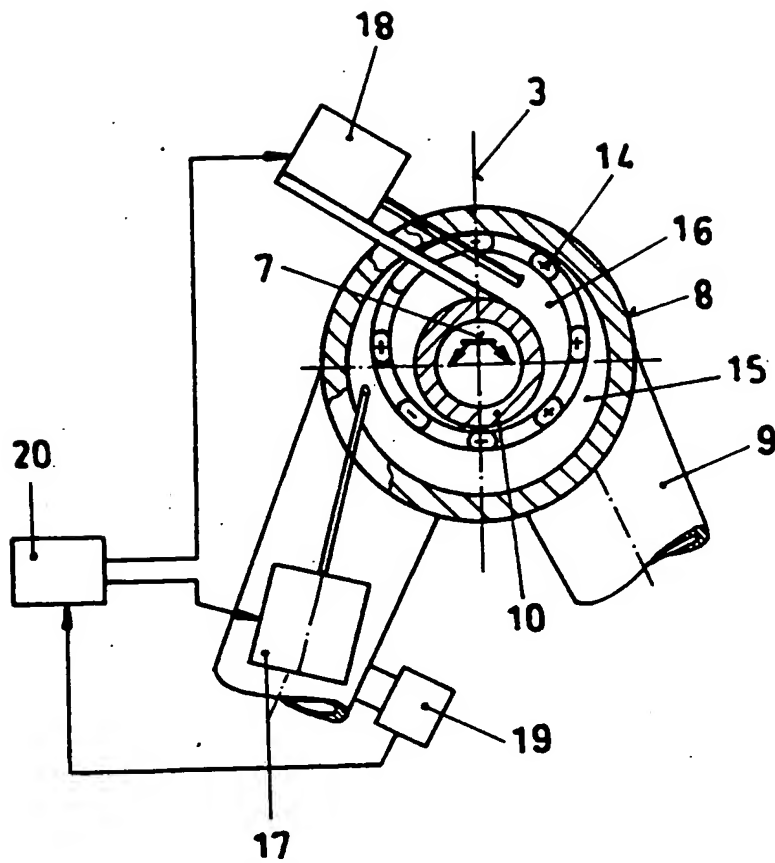


**FIG. 1**

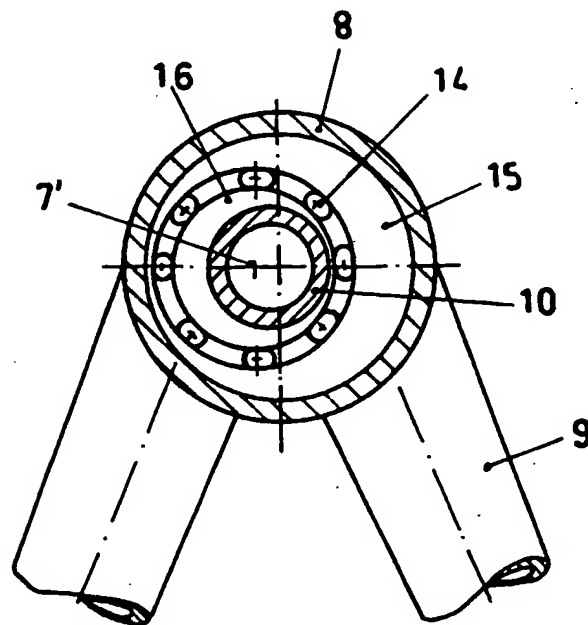


**FIG. 2**





**FIG. 3**



**FIG. 4**